

п.2186819, С09К7/02, з.2001114123. – Заявл. 2001.05.23, опубл. 2002.08.10.

6. Биополимерный буровой раствор. – Россия: Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина, п.2002135185, С09К7/02, з.2002135185. – Заявл. 2002.12.26, опубл. 2004.06.27.

7. Кустурова О.В. Безглинистый біополімерний буровий розчин на основі синергетичної суміші // Інтегровані технології та енергозбереження. – 2004. – Вип. 4. – С. 93.

8. Кустурова О.В. Нове покоління біополімерних бурових розчинів / О.В.Кустурова, А.О.Васильченко, М.В.Гордійчук // Нафта і газ України – 2004: Матеріали наук.-практ. конф. – Судак, 2004. – С. 403-404.

9. Кошелев В.Н. Полимердисперсные синергетические явления и новые системы буровых растворов / Кошелев В.Н., Вахрушев Л.П., Беленко Е.В. // Нефт. хоз-во. – 2001. – № 4. – С. 22-23.

перфорацийних отворів у свердловинах ряду родовищ США він змінюється в межах від 14 до 35 МПа [8-10]. Тривалість дії депресії тиску визначається часом вилучення фільтрату та

10. Вахрушев Л.П. Элементы термодинамики промывочных систем / Вахрушев Л.П., Лушпеева О.А., Беленко Е.В. – Екатеринбург, 2003. – 152 с.

11. Мельник А.П. Практикум по технологии синтетических моющих средств. – Харьков, 1994. – С.18.

12. Амбранзон А.А. Поверхностно активные вещества: Справочник / А.А.Амбранзон, Г.М.Гаевой. – Л.: Химия, 1979. – С. 14.

13. Рязанов Я.А. Справочник по буровым растворам. – М.: Недра, 1979. – С. 73-74, 215.

14. Кошелев В.Н. Повышение качества вскрытия продуктивных пластов за счет использования буровых растворов на основе полианионной целлюлозы (ПАЦ) // Сб. научн.тр. – Краснодар: ОАО НПО "Бурение", 1999. – Вып. 3. – С. 66.

УДК 622.276.6

## ТЕХНОЛОГІЯ ТА УСТАТКУВАННЯ УСМД ДЛЯ СТВОРЕННЯ БАГАТОРАЗОВИХ ЦИКЛІВ ДЕПРЕСІЙНО-РЕПРЕСІЙНОЇ ДІЇ НА ПЛАСТ

Я. Б. Тарко

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) ;

e-mail: jart-b@ukr.net

*Разработаны технология увеличения проницаемости призабойной зоны пластов созданием многократных циклов высоких мгновенных депрессий и репрессий давления и устройство для реализации.*

*There have been developed the technology of well-bore permeability increase with creation of multiple cycles of high pressure depressions and repressions. The device for its realization has been also developed.*

Проблеми відновлення та збільшення продуктивності свердловин є надзвичайно актуальними, особливо в умовах, коли процеси розкриття пластів і їх експлуатації супроводжуються інтенсивною кольматацією привибійної зони. Одними з найбільш перспективних у цьому напрямку є методи, що ґрунтуються на створенні на пласт високих циклічних депресій і репресій тиску.

Дослідження показують, що під час миттєвого створення гідроімпульсів виникають напруження та деформації, які значно перевищують такі ж за статичного навантаження, тому ефективність імпульсних технологій набагато більша [1, 2, 8-10]. Величини депресій та репресій тиску, що діють на привибійну зону пласта, визначають з урахуванням гідростатичного тиску відповідно в затрубному та трубному просторах, а розподіл тиску в пласті – за методами, описаними в [3, 4]. Необхідний перепад тиску встановлюють також з досвіду проведення таких робіт у конкретних геолого-промислових умовах. наприклад, для очищення

кольматуючого матеріалу з пласта, швидкістю поширення гідродинамічних хвиль та відновлення тиску, причому для тріщинуватих пластів враховується характерний час запізнення дії імпульсів тиску.

У даний час з цією метою застосовують технології з використанням гідроструминних апаратів [1], устаткування типу УСМД [5] та УОП [6]. Технологія підвищення продуктивності свердловин із застосуванням устаткування УСМД є перспективною як з точки зору ефективної дії на привибійну зону пласта, так і відносної простоти процесу. Вона ґрунтується на створенні високих миттєвих депресій та репресій тиску шляхом витіснення стисненим газом рідини з обладнаного пакером затрубного простору, стравлення у ньому надлишкового тиску та наступним періодичним сполученням і роз'єднанням привибійної зони з затрубним простором з низьким тиском та трубним простором з високим тиском. Під дією високих миттєвих депресій тиску флюїд з великою швидкістю фільтрується з пласта у свердловину, вино-

сячи продукти забруднення, а створення високих репресій тиску ударного типу призводить до відкриття природних і штучних тріщин у породі та руйнує агрегатні структури кольтанту, що полегшує його вилучення з пласта.

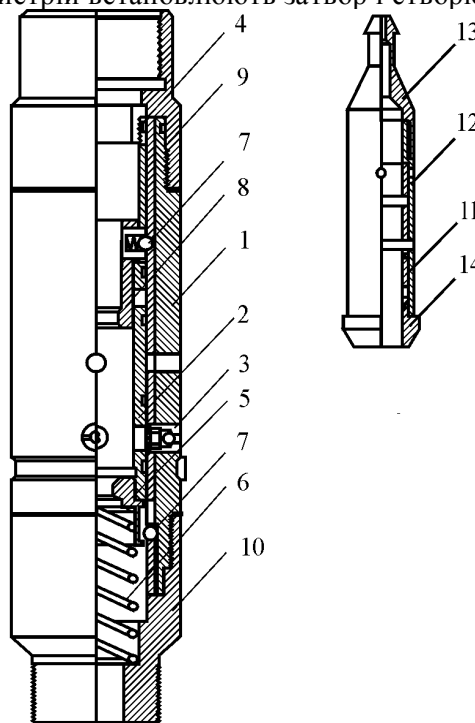
Незважаючи на низку відомих технічних рішень у цьому напрямку, на вітчизняних родовищах ці технології практично не застосовувалися. Технологія та устаткування [7] випробовувались в окремих свердловинах, однак через неврахування у конструкціях пристроїв усіх факторів складних процесів, які мають місце на вибої під час створення гідродинамічних імпульсів тиску та значне гідростатичне навантаження на рухомі елементи пристрою, також не були впроваджені. Технічні рішення [5] дали змогу зняти гідростатичне навантаження на затвор і на їх основі було розроблене нове устаткування та технологія створення високих миттєвих депресій та репресій тиску, які пройшли успішні міжвідомчі експлуатаційні та приймальні випробовування і були впроваджені на підприємствах галузі. Однак застосування цього устаткування в глибоких свердловинах показало, що відрив затвора від сидла пристрою все ж таки відбувається з навантаженням на привід. Тому для продовження створення депресійно-репресійних циклів необхідно очікувати більшого заповнення рідиною затрубного простору, що зменшує величину та кількість імпульсів тиску і знижує ефективність очищення привибійної зони пласта. Проведений аналіз показав, що це навантаження виникає в результаті швидкісного напору рідини під час її руху з великою швидкістю через затвор і особливо проявляється під час дії перших циклів високих депресій тиску.

У зв'язку з цим, поставлена задача розробити устаткування і технологію з максимальним зменшенням навантаження на привід керування пристроєм, що дало б змогу створювати значно вищі депресії тиску на пласт, підвищити надійність і безпечність проведення робіт.

На рис. 1 зображена принципова схема удосконаленого пристрою УСМД. У новому технічному рішенні спрощена конструкція затвора і зменшений його зовнішній діаметр, що знизило швидкісний напір на 20-30%. Однак основною перевагою є встановлення у плунжері 2 додаткового вузла, який складається з втулки 8, у верхній частині якої розміщені підпружинені фіксатори 7, які через осьові пази, що виконані у верхній частині плунжера, входять у виїмки в корпусі 1. Нижня частина втулки 8 звужена, що створює перепад тиску під час руху рідини, котрий переміщує її в нижнє положення. Довжина осьових пазів у плунжері 2 забезпечує перекриття втулкою 8 в її нижньому положенні радіальних отворів плунжера і відкриття їх у верхньому положенні втулки.

Встановлення нового вузла змінює характер гідродинамічних процесів, які відбуваються під час руху рідини через пристрій. У початковому положенні втулка 8 знаходиться вверху, її фіксатори 7 входять у виїмки корпусу 1 і вона перекриває радіальні отвори плунжера 2, який

у свою чергу перекриває радіальні отвори корпусу. Після спорожнення затрубного простору в пристрій встановлюють затвор і створюють



- 1 – корпус; 2 – плунжер; 3 – зворотні клапани;  
4, 5 – посадочні сидла; 6 – пружина;  
7 – фіксуючий механізм; 8 – втулка;  
9, 10 – перехідники; 11 – корпус затвора;  
12 – головка для кабелю; 13 – перекриваюча втулка; 14 – посадочний елемент

**Рисунок 1 — Принципова схема пристрою для створення на пласт високих миттєвих депресій та репресій тиску УСМД-2**

надлишковий тиск у НКТ, під дією якого плунжер переміщується у нижнє положення. Завдяки фіксаторам та відповідній довжині осьових пазів у плунжері, втулка 8 залишається в початковому положенні і вже не перекриває радіальні отвори плунжера.

У нижньому положенні плунжера його радіальні отвори співпадають з радіальними отворами корпусу, що призводить до з'єднання привибійної зони із затрубним простором та створення високої миттєвої депресії тиску на пласт. Для припинення дії депресії тиску натягають привід, що з'єднаний із затвором, і переміщують перекриваючу втулку 12 у верхнє положення, відкриваючи радіальні отвори в корпусі затвора. Як і у випадку реалізації технології [5], починається інтенсивне перетікання рідини з НКТ у затрубний простір, однак відразу в момент виникнення руху рідини на втулку 8 створюється перепад тиску, що зриває її з фіксаторів і переміщує у нижнє положення, в якому вона перекриває суміщені радіальні отвори плунжера та корпусу. Це призводить до припинення перетікання рідини та зникнення швидкісного напору на затвор, що дає змогу без ускладнень припинити затвор і повернути плунжер у верхнє положення. Разом з ним підніма-

ється і втулка 8, яка знову фіксується у початковому положенні. Створення подальших циклів депресій тиску здійснюється аналогічно.

Реалізація технологічного процесу із застосуванням устаткування УСМД полягає в облаштуванні свердловини спеціальним наземним та підземним обладнанням і здійсненні наступних основних етапів.

1. Проводять комплекс підготовчих робіт, котрий включає огляд і перевірку технічного стану наземного та підземного обладнання свердловини, можливість проходження та встановлення пакера. За необхідності експлуатаційну колону райбують у звужених ділянках і промивають вибій.

2. Опускають у свердловину спеціальне обладнання в такому компонуванні: хвостовик, пакер, через одну трубу пристрій УСМД і НКТ.

3. Встановлюють пакер над продуктивним горизонтом на запланованій глибині, опускають у нижнє сідло пристрою затвор і здійснюють опресування. Остання операція відбувається шляхом запомповування води в затрубний простір за відкритого трубного простору і після початку переливу води з НКТ закривають центральну засувку на гирловій арматурі та опресовують пакер.

4. За позитивних результатів опресування за допомогою компресора, насосного агрегату та аератора чи ежектора нагнітанням у затрубний простір газоводяної піни або водогазових подушок витісняють рідину з затрубного простору до проектної глибини.

5. Припиняють нагнітання пінної системи, переключають затрубний простір на спеціальну ємність або земляний амбар і стравлюють тиск газу, у процесі чого з затрубного простору видаляються запомповані порції води.

6. Визначають глибину зниження рівня рідини і, враховуючи глибину розташування продуктивного пласта, пластовий тиск та густину свердловинної рідини, розраховують величину депресії тиску, яка буде створена. За необхідності її зменшення у затрубний простір доливають розрахунковий об'єм води.

7. Встановлюють у верхнє сідло пристрою затвор і створюють надлишковий тиск у НКТ величиною до 5 МПа. Навантаження, що діє на затвор, передається на плунжер і, стискаючи пружину 6, переміщує його у нижнє положення. У цей момент на пласт створюється висока миттєва депресія тиску і пластова рідина та продукти колюматації виносяться у свердловину. З заповненням затрубного простору вибійний тиск поступово збільшується, що зменшує депресію тиску на пласт.

8. Через розрахунковий проміжок часу, наприклад, 10-30 хв., автолебідкою натягають привід, піднімають втулку 12 у верхнє положення та відкривають радіальні отвори корпусу затвора, у результаті чого простори над та під ним з'єднуються. Перепад тиску, який виникає під час руху рідини через затвор, переміщує втулку 8 у нижнє положення і плунжер під дією пружини повертається у початкове верхнє положення. Це припиняє дію депресії тиску і од-

ночасно гідростатичний тиск стовпа рідини в НКТ створює репресію тиску на пласт.

9. Через розрахунковий проміжок часу, наприклад, 10 хв., знову опускають затвор у пристрій, створюють надлишковий тиск у НКТ і повторюють роботи та процеси, описані в п. 7-9 необхідну кількість разів.

10. Після припинення депресійно-репресійної дії на пласт, продукти колюматації вилучають зі свердловини шляхом зворотного промивання. Якщо є необхідність подальшого очищення пласта, знову виконують роботи, описані в п. 4-9.

11. На заключному етапі робіт розпакерують пакер, промивають вибій, піднімають спеціальне обладнання і встановлюють експлуатаційне обладнання.

12. Пускають свердловину в роботу і після її виходу на режимні параметри проводять дослідження для визначення ефективності робіт.

Удосконалені технологія та устаткування дають змогу в момент відриву затвора від сідла зняти з нього гідродинамічне навантаження, чим забезпечується можливість створення багаторазових циклів високих депресій та репресій тиску на пласт.

Розроблена технологія успішно впроваджена на підприємствах ВАТ „Укрнафта”. Зазначимо, що в багатьох випадках роботи проводять у свердловинах, які знаходяться в експлуатації десятки років і мають погіршений стан підземного обладнання, крім того можливі проблеми, пов'язані з незадовільною роботою допоміжного обладнання та спеціальної техніки. Через це технологічний процес деколи ускладнюється і доводиться проводити додаткові операції, що призводить до збільшення витрат часу та матеріальних ресурсів, а в окремих випадках і до зниження ефективності робіт.

Як приклад наведемо роботи, проведені у свердловині 77 Бугруватівського родовища. Свердловина вступила в експлуатацію з горизонту Т-1 фонтанним способом з дебітом нафти 71,7 т/добу і приблизно на такому рівні видобутку експлуатувалася наступні три роки. Однак після переведення на ЕВН та аварії, в результаті якої насос залишився на вибої, перебивши нижню частину інтервалів перфорації, дебіт знизився до 5-7 т/добу. Після цього її перевели на ШГН і протягом наступних двох років дебіт змінювався в межах 8-13 т/добу за обводненості 2-5%. У подальшому дебіт нафти знизився до 2,2 т/добу, проведені роботи з інтенсифікації припливу позитивного результату не дали і свердловину зупинили через відсутність припливу нафти (рис. 2.). З метою покращання гідродинамічного зв'язку свердловини з пластом застосували технологію гідроімпульсного впливу на привибійну зону з встановленням пристрою УСМД та пакера ПВМ-118/500 на глибині 3494 м. Спочатку свердловину промили нагнітанням 35 м<sup>3</sup> пластової води, а потім послідовно запомпували 3 м<sup>3</sup> конденсату, 6 м<sup>3</sup> соляної кислоти, 6 м<sup>3</sup> конденсату, однак під тиском 15 МПа пласт прийняв лише 1 м<sup>3</sup> кислотного розчину, тому решту реагентів вимили на

поверхню. Протягом двох наступних днів роботою компресора та нагнітанням подушок води

1. Качмар Ю.Д., Світлицький В.М., Синюк Б.Б., Яремійчук Р.С. Інтенсифікація припливу

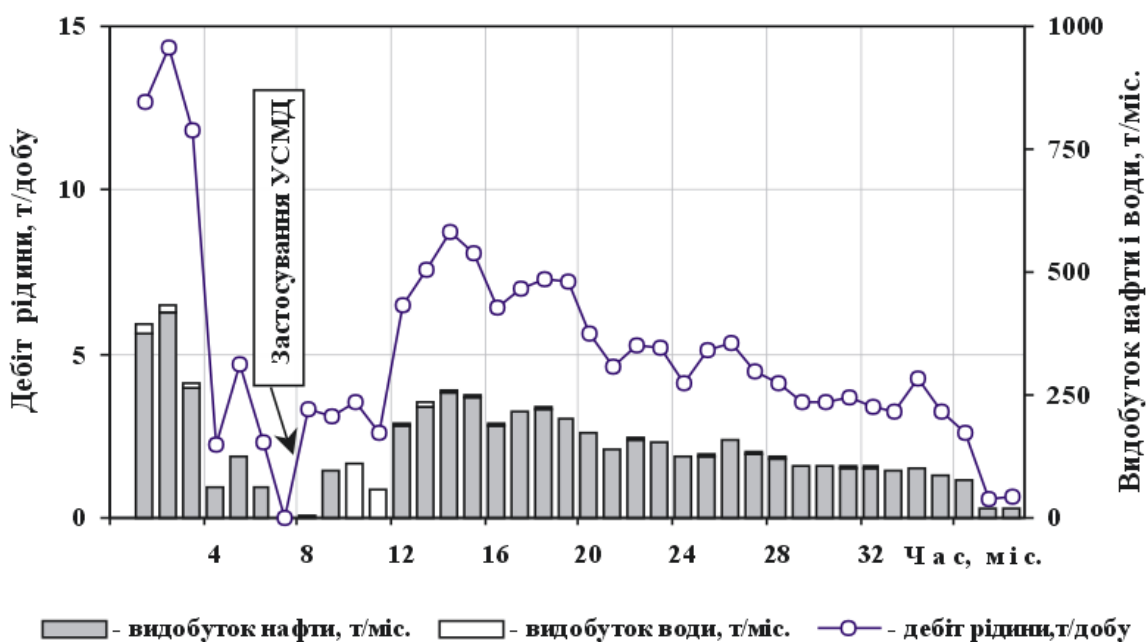


Рисунок 2 — Перебіг показників роботи свердловини 7' Бугруватівського родовища

загальним об'ємом  $9 \text{ м}^3$  знизили рівень рідини у затрубному просторі до 1720 м і створили цикли високих депресій та репресій тиску на пласт з витримкою на приплив 0,5 год. Результати ехомерії показали, що рівень піднявся на глибину 1115 м. Після піднімання пакера виявили, що його гумовий елемент і деякі металеві частини залишились у свердловині. Для їх вилучення провели ловильні роботи, в тому числі фрезерування з промиванням вибоєм. На заключному етапі промили свердловину запомповуванням  $100 \text{ м}^3$  води, після чого опустили насос НСВ-32 і запустили в роботу.

Після застосування гідроімпульсної технології дебіт рідини склав 2,6-3,5 т/добу і впродовж 84 днів експлуатації було видобуто  $167 \text{ м}^3$  води, що пояснюється відбором пластової води, яку запомпували у великій кількості під час ремонтних робіт для глушіння та промивання свердловини. Дані про відсутність води в продукції свердловини протягом перших 30 днів пов'язані, на наш погляд, з неправильним визначенням обводненості. У подальшому свердловина вийшла на нормальний режим роботи з дебітом 5-7 т/добу практично безводної нафти. Отриманий ефект тривав протягом 794 днів і впродовж цього часу додатково видобуто 1355 тон нафти і 198 тис.  $\text{м}^3$  газу.

Результати застосування технології гідроімпульсного впливу в даній та інших свердловинах свідчать про високу ефективність, що дає змогу рекомендувати її для широкого впровадження в нафтогазовидобувних підприємствах.

### Література

вуглеводнів у свердловини. — Львів: Центр Європи, 2004. — Кн. I. — 352 с.

2. Попов А.А. Ударные воздействия на призабойную зону скважин. — М: Недра, 1990. — 138 с.

3. Бойко В.С., Тарко Я.Б. Дослідження розподілу тиску у привибійній зоні пласта під час здійснення технології депресійного впливу // Нафтова і газова промисловість. — 1999. — № 6. — С.35-37.

4. Тарко Я.Б. До питання визначення розподілу тиску в пласті під час проведення депресійного впливу в свердловині // Нафтова і газова промисловість. — 2004. — № 6. — С. 28-30.

5. Тарко Я.Б. Розробка устаткування для проведення циклічної депресійно-репресійної дії на привибійну зону пласта // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. — Івано-Франківськ, 2004. — Вип. 4 (13). — С. 15-19.

6. Тарко Я.Б. Технологія декольматції продуктивних пластів імпульсно-депресійною дією на привибійну зону свердловин // Вісник Сумського державного університету. Серія: Технічні науки. — 2004. — № 13 (72). — С. 85-88.

7. Устройство для обработки призабойной зоны скважин. А.с. 848605 СССР, МКИ Е 21 В 43/18 / Ф.С. Абдулин (СССР). — № 2852676/22; Заявл. 17.12.79, Опубл. 23.07.81, Бюл. № 27.

8. Brieger E.F. Treatment of perforatings with reverse pressure impulses World Oil, Vol. 212, No. 7, Juni, 1991. — P. 75-97.

9. Monacher M.M., Morris Ch.U., Hill D.D., Branner C.R., Evaluation of perforating well conditions within underbalance reservoir pressure World Oil, Vol. 211, № 5, November, 1990. — P. 47-63.

10. Regalbuto J.F. and Riggs R.S. Underbalanced perforating characteristics as affected by differential pressure. SPEPE, February 1988. – P. 83-86.